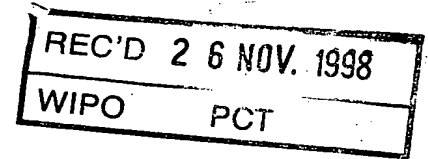


**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Bescheinigung**



Die Winter CVD Technik GmbH in Hamburg/Deutschland hat eine  
Gebrauchsmusteranmeldung unter der Bezeichnung

"CVD-Diamantschicht für Schmuckanwendungen und  
deren Herstellung"

am 30. September 1997 beim Deutschen Patentamt eingereicht.

Das angeheftete Stück ist eine richtige und genaue  
Wiedergabe der ursprünglichen Unterlage dieser Gebrauchs-  
musteranmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patentamt vorläufig die Sym-  
bole C 23 C und A 44 C der Internationalen Patentklassifika-  
tion erhalten.

München, den 16. September 1998  
Der Präsident des Deutschen Patentamts

Im Auftrag

Hiebinger

Aktenzeichen: 297 17 496.7

M 25.10.98-1-

Winter CVD Technik GmbH

Königgrätzstraße 14

D-22609 Hamburg

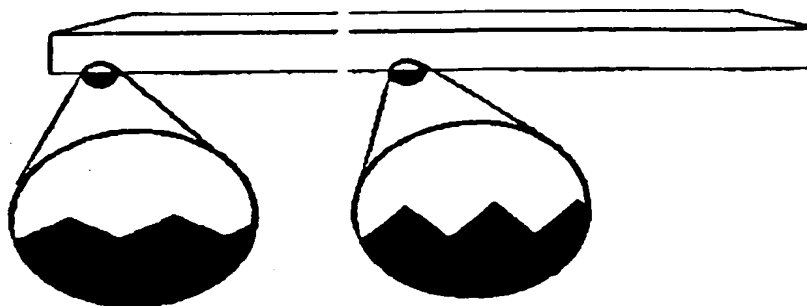
### CVD-Diamantschicht für Schmuckanwendungen und deren Herstellung

Typische Merkmale eines Diamantbrillanten sind:

- 1) Material: einkristalliner Diamant, daß im sichtbaren Bereich einen Brechungsindex von 2,46 (blau) bis 2,40 (rot) einnimmt.
- 2) Eine 8-eckige gleichseitige Tafel auf der Oberseite
- 3) mindestens 32 Kronfacetten auf der Oberseite, wobei  $\phi$  den Winkel zwischen der Horizontalen und  $c$  an Kronfacetten beschreibt.
- 4) mindestens 24 Rückfacetten auf der Rückseite, wobei  $\psi$  den Winkel zwischen der Horizontalen und  $c$  an Rückfacetten beschreibt
- 5) Das "Feuer" des Brillanten entsteht durch die spektrale Zerlegung des Lichts im Inneren.
- 6) Die Größe des Austrittswinkels zwischen blauem und rotem Licht sollte möglichst groß sein, dann dadurch wird das "Feuer" besonders intensiv.
- 7) Die Vielzahl der Facetten führen zu einer entsprechenden Vielzahl von Reflexen, die ins Auge des Betrachters fallen (insbesondere bei einer Rotation)
- 8) Die Winkel der Facetten zueinander sind so eingestellt, daß möglichst viel Licht nach oben reflektiert wird.

Polykristalline Diamantschichten sind derzeit zu dünn und zu teuer, um daraus geschliffene Brillanten herzustellen. Letztere haben den beeindruckenden Glanz der letztendlich zu ihrem hohen Wert führt. Wichtig für den Glanz ist die Einhaltung einer genauen geometrischen Form, um einen möglichst großen Anteil des einfallenden Lichts in die Einfallsrichtung wieder zu reflektieren.

Ziel der Erfindung ist es, CVD Diamantschichten so herzustellen, daß auch diese Schichten trotz ihrer



#### Außenbereich

#### Mittlerer Bereich

ungünstigen Abmessungen ein attraktives, sprich brillantes Aussehen erhalten. Zum Stand der Technik bezüglich Geometrie: siehe M. Elbe, Der Brillant.

Bemerkung: Trick an der Brillanz (dem Glanz) scheint zu sein, daß ein großer Teil des einfallenden Lichts nahezu in die Richtung zurückgestreut wird, aus der es gekommen ist. Dies wird durch Reflexion an der Grenzfläche Diamant/Luft erreicht, insbesondere dadurch, daß das Licht in mindestens zwei Reflexionsschritten um insgesamt etwa  $(180^\circ \pm 16^\circ)$  espiegelt wird, und dabei der Winkel der Totalreflexion nie überschritten wird.

Laut M. Elbe ist beim Strahlengang im Diamanten wichtig, daß in den Rückfacetten, also im unteren Teil des Diamanten die Winkel des Lichtstrahlengangs immer größer als die des Totalreflexionswinkels sind. D. h. das Licht wird nach oben zurückreflektiert, andererseits muß das Licht auf die oberen Facetten und die Tafel in einem solchen Winkel aufreffen, daß das Licht austreten kann.

Die Diamantbrillanten sind nicht derart geschliffen, daß das Licht exakt in die Richtung zurückgeworfen wird aus der es gekommen ist (wie es beim Katzenauge der Fall wäre). Vielmehr liegt zwischen einfallendem und austretendem Strahl ein Öffnungswinkel von etwa  $16^\circ$ , der zu den ins Auge fallenden Reflexen führt. Der

Austrittswinkel ist aufgrund der Dispersion für verschiedene Wellenlängen unterschiedlich.

Es ist weiterhin zu beachten, daß in einer polykristallinen Diamantschicht im Gegensatz zu einem Diamantenkristall noch Korngrenzen vorhanden sind, die eventuell durch ihren abweichenden Brechungsindex als zusätzlich brechende Bereiche zu berücksichtigen sind. Das hat zur Folge, daß die Korngrenzen vorzuziehen sind in ihrer Struktur z. B. säulenartig ausgerichtet sein müssen, um

einen positiven Effekt auf Brillanz und Feuer zu haben. In jedem Fall muß der Einfluß der Korngrenzen beim optischen Effekt berücksichtigt werden.

Der Winkel für Totalreflexion ist recht klein, damit erklärt sich auch, warum laut Miltenberger ein Diamantschleifer nicht unbedingt das exakte Verhältnis der Facettenwinkel einhält, wenn er dadurch erreichen kann, daß der Stein 1,00 statt 0,99 Karat Gewicht erhält. Hauptursache für die Brillanz wäre, daß der Schleifer den Winkel für die Totalreflexion nicht überschreitet.

Ein wesentlicher Effekt beim Feuer des Brillanten ist die Dispersion des Lichts im Diamanten, die dazu führt, daß das Licht wie in einem Prisma zerlegt und dann als Spektralfarben vom Auge wahrgenommen wird.

Ein weiterer Effekt, der beim Betrachten eines Brillanten auftritt sind die vielen Reflexe, die aus den Facetten ins Auge fallen, wenn der Brillant gedreht wird. Dies sind die wesentlichen Aufgaben, die die Facetten zu erfüllen haben.

Zum Erreichen der Brillanz der Diamantschicht muß die Unterseite entsprechend ausgebildet sein, so daß es wie beim einkristallinen großen Brillanten zu einer Reflexion eines Großteils des einfallenden Lichts kommt. Dies kann erreicht werden, wenn die Oberfläche des zu beschichtenden Siliziumwafers entsprechend vorbehandelt wird. Nach dieser Vorbehandlung weist der Siliziumwafer die notwendige Form als Negativform auf, so daß die sich bildende Diamantrückseite die entsprechend positive Form erhält. Diese Überlegungen sind natürlich nicht auf Siliziumwafer beschränkt, sondern es bieten sich als Unterlage viele Materialien an, die sich gut mit Diamant beschichten lassen und in deren Oberfläche eine entsprechende Struktur einzuarbeiten ist.

Die Einarbeitung der Form in die zu beschichtenden Siliziumwafer kann entweder mechanisch z. B. durch Einschleifen eines bestimmten Profils erreicht werden oder aber chemisch bzw. plasmatechnisch durch Ätzen. Hier können isotrope wie auch anisotrope Verfahren zum Einsatz kommen. Als anisotropes Ätzmittel bietet sich z.

B. KOH an. Diese Base führt zur Ausbildung von pyramidalen Ätzgruben im einkristallinen Wafer. Bei Verwendung einer Ätzmaske kann auch mittels eines isotropen Ätzmittels eine pyramidale Struktur in eine Unterlage geätzt werden. Eine geeignete Zusammensetzung der Ätzlösung kann die erforderlichen Winkel der Pyramide erzeugen. Sollte wie oben erwähnt eine schrittweise Spiegelung um etwa  $(180^\circ \pm x^\circ)$  erfolgen müssen, so müssen die Winkel der Pyramide entsprechend angepaßt werden.

Es kann auch vorteilhaft sein, in den Randbereichen andere Pyramidenwinkel einzustellen als im mittleren Bereich (siehe obige Skizze). Dies zu erreichen erscheint mit Ätzverfahren augenblicklich schwierig, da verschiedene Ätzangriffe in den verschiedenen Waferbereichen erreicht werden müßten. Hier erscheint es einfacher, mechanische Verfahren einzusetzen. Ganz allgemein ist es möglich, viele reflektierende Flächen (Facetten) an der Unterseite der Schicht mit verschiedenen mechanisch Winkeln einzustellen und auf diesem Weg die Brillanz und das Feuer unabhängig voneinander einzustellen. Es ist z. B. denkbar den Winkel der Facetten so einzustellen, daß das Licht in der Diamantschicht mehrfach hin und her reflektiert wird, so daß eine starke Aufspaltung der spektralen Farben erreicht wird.

Am einfachsten erscheint es, erzielt, durch einen einzigen Ätzangriff auf der ganzen Oberfläche gleiche Winkel einzubringen, die z. B. etwa einen Pyramidenöffnungswinkel von  $109^\circ$  aufweisen. Dieser Winkel läßt sich durch Ätzprozeduren leicht erreichen. Es kann auch vorteilhaft sein, die Ätzprozedur durch Laserschädigung der Substratoberfläche vorher gezielt zu schädigen, damit die gewünschte Geometrie sich leichter erreichen läßt.

Es kann vorteilhaft sein, andere Orientierungen als (100) oder (111) Wafer einzusetzen, wichtig ist das gezielt eingestellte Zusammenspiel von Kristallorientierung und Richtung des Ätzangriffs um einen optimalen optischen Effekt zu erreichen.

Eventuell reicht es, viele Formen entsprechend eines Ellipsoids o. ä. in den Wafer einzuprägen, so daß nicht exakte Winkelverhältnisse eingestellt werden müssen. Dies könnte zum Beispiel durch eine regelmäßige Anordnung von sehr vielen Vertiefungen durch speziell angefertigte diamantbeschichtete Bohrer oder Schleifstifte erfolgen. Deren ellipsoide Spitze bringt dann die Vertiefungen in einem angeordnet Muster ein.

Alternativ könnte eine einfache Pyramidenform auch reichen, die dazu führt, daß das Licht zurückgestreut wird, wenn die Rückseite bzw. Unterseite des CVD-Diamants

h 23.05.99 - 5 -

zusätzlich verspiegelt wird (z. B. durch Ti). Dann wäre die Reflexion einfach durch Spiegelung an der Ti-Oberfläche erfolgt, ob dann allerdings die für einen Brillanten typische spektrale Zerlegung des Lichts ein ähnliches "Feuer" ergibt, steht zu bezweifeln. Test ist hier notwendig.

Eine mechanische Einarbeitung der Facetten in den Siliziumwafer erscheint besonders geeignet verschiedene Pyramidenwinkel in den Wafer einzubringen. Dies kann dazu führen, die erforderlichen Reflexe auf der Außenseite zu erzeugen, beziehungsweise den unterschiedlichen Austrittswinkeln aus der Tafel und aus oberen Kronfacetten Rechnung zu tragen.

Um dem Einkristallbrillanten möglichst nahe zu kommen, kann eine achteckige Form der Oberfläche vorteilhaft sein, die nachträglich in diese eingeschliffen wird. Die Winkel in der Unterseite müssen die geänderten Austrittsverhältnisse berücksichtigen.

Es könnte besonders wichtig sein, die in den Siliziumwafer eingebrachten Formen zu glätten, um dadurch die notwendige Reflexion erst zu ermöglichen. Dies kann z. B. durch elektropolieren erfolgen. Eine andere Möglichkeit, die erforderliche glatte Oberfläche zu erzeugen besteht darin, die Rückseite der CVD-Diamantschicht im Sauerstoffplasma zu ätzen.